

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA DESBASTADORA METALOGRÁFICA BAJO NORMA ASTM E – 3.

Trimmer Metallography Desing and Construction under Norm ASTM E-3 .

RESUMEN

Se puede considerar la metalografía como el estudio de las características estructurales o de constitución de los metales o aleaciones y su relación con las propiedades físicas y mecánicas de los mismos, a través del tiempo se ha demostrado que la base de un adecuado análisis metalográfico es una buena preparación de las probetas a estudio. En esta investigación se diseño y construyo una pulidora metalográfica bajo los lineamientos de la norma técnica ASTM E – 3, para preparación de probetas ferrosas y no ferrosas.

PALABRAS CLAVES: Desbaste, Preparación Metalográfica, Norma Técnica ASTM E-3,

ABSTRACT

Metallography can be considered as the study of the structural characteristics or constitution of metals or alloys and their relation with the physical and mechanical properties of such, through time has demonstrated that the base of a suitable metalográfico analysis is a good preparation from the test tubes to study. In this investigation design and I am constructed a metalográfica polisher under the lineamientos of practical standards ASTM E - 3, for preparation of ferrous and nonferrous test tubes .

KEYWORDS: Polish, Preparation Metallographycal, Practical Standards ASTM E – 3.

JOSÉ LUIS TRISTANCHO R.

Ingeniero Metalúrgico, M. Sc.
Profesor Auxiliar
Universidad Tecnológica de Pereira
jsetris1@utp.edu.co

OSCAR FABIAN HIGUERA C.

Ingeniero Metalúrgico, M. Sc.
Profesor Auxiliar
Universidad Tecnológica de Pereira
osfahico@utp.edu.co

LUIS CARLOS FLOREZ G.

Ingeniero Mecánico, M-Sc
Profesor Auxiliar.
Universidad Tecnológica de Pereira
luiscflorez@utp.edu.co

Grupo de Investigaciones en
Materiales Avanzados GIMAV –
UTP.

1. INTRODUCCIÓN

Al considerar la metalografía como el estudio de las características estructurales o de constitución de los metales o aleaciones relacionándolas con sus propiedades físicas y mecánicas, se puede afirmar si temor a error que el objetivo primordial de la metalografía es el examen microscópico de una probeta adecuadamente preparada.

A través del tiempo se ha demostrado que poco o nada se puede obtener del análisis metalográfico si la probeta a ensayo no se ha preparado adecuadamente obteniendo una superficie completamente plana y que cumpla con los estándares de calidad exigidos por las normas establecidas para este fin.

La preparación de la probeta consiste, en general, en obtener primero una superficie plana y semipulida, mediante el empleo de papeles de esmeril de finura de grano creciente o realizando este desbaste con discos adecuado, terminando con un pulido fino y final sobre discos provistos de paños.

Durante el desarrollo de la presente investigación se diseño y construyo una pulidora metalográfica bajo los lineamientos de la norma técnica ASTM E – 3, para preparación de probetas de materiales ferrosos y no ferrosos.

2. CONTENIDO

Quizá, uno de los factores que más influencia ejerce sobre la preparación de las probetas para análisis metalográfico es el cuidado con que se manejen estas durante todas las fases de la operación. Una partícula de esmeril o de cualquier material extraño puede inutilizar una probeta. [1]

La elección de las muestras para análisis metalográfico juega un papel importante, ya que se debe obtener una probeta que sea representativa del material que ha de ser sometido a estudio.

Las probetas que han de ser analizadas deben presentar un tamaño adecuado que permita su comodo manejo. Las muestras de gran tamaño requieren tiempos de pulido excesivamente largos, mientras que las probetas

demasiado pequeñas tienden a redondearse durante el desbaste.

2.1. Desbaste.

Dentro del análisis metalográfico se pueden considerar tres tipos de desbaste, a saber: [2]

- **Desbaste Grueso:** en donde se consigue poner al descubierto la superficie del material, eliminando todo aquello que pudiera obstaculizar su análisis, además se debe obtener una superficie completamente plana y con una baja rugosidad.

Puede realizarse manualmente (ver figura 1) o mediante el uso de equipos denominados desbastadoras o lijadoras, el proceso debe realizarse en humedo para evitar posibles calentamientos que pueden modificar la estructura del material. Durante el desbaste grueso se utilizan papeles de carburo de silicio con tamaños de grano (tamaño de partícula) que van desde el 80 hasta el 240.

- **Desbaste Intermedio:** en este paso se deben utilizar papeles de carburo de silicio de alta calidad, en lo que hace referencia a la uniformidad en el tamaño de partícula, se utilizan papeles que van desde el número 300 hasta el número 500, el final de la operación sobre un papel están determinado por la desaparición de las rayas producidas por la lija anterior, para identificar esto se hace una observación en lupa a 6X u 8X.

- **Desbaste Final:** en el desbaste final se utilizan papeles de carburo de silicio que van desde el número 600 hasta el 1200. Cada vez que se cambio el papel debe girarse la probeta 90° a fin que desaparezcan las rayas que deja la lija anterior, lavando siempre con abundante agua corriente llegando casi a obtener una superficie espejo.

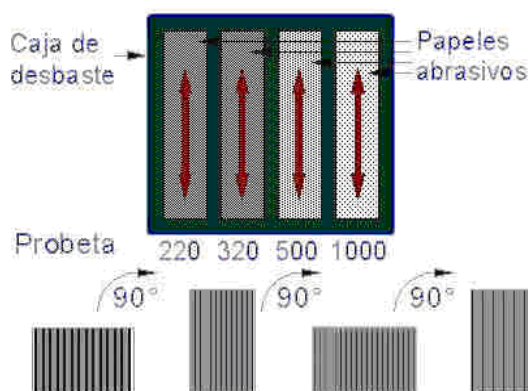


Figura 1. Esquema de la preparación de probetas para análisis metalográfico.

2.2. Configuración de la Máquina.

El equipo diseñado y construido es una desbastadora de cintas abrasivas, bajo los lineamientos de la norma técnica ASTM E3, el sistema de sujeción se realiza por medio de mordazas y el giro de la probeta se realiza de forma manual, las características de operación de la máquina se muestran en la tabla 1.

OPERACIÓN.	CONFIGURACIÓN.
Desbaste.	Cintas Abrasivas.
Sujeción de la Probeta.	Sistemas de Mordazas.
Giro de la Probeta.	Manual.
Lubricación.	Directa. (Agua)
Refrigeración.	Directa (Agua)

Tabla 1. Características de Operación de la Desbastadora.

2.3. Materiales Seleccionados para la Construcción de la Máquina.

El material del cual se fabrica cada elemento que compone el equipo se selecciono teniendo en cuenta sus propiedades mecánicas, además de su propósito dentro de la máquina.

2.3.1. Ejes: para los cuatro ejes que componen la parte móvil de la máquina, se selecciono el aluminio (Al) comercial ya que presenta una adecuada resistencia al ataque corrosivo además de presentar un adecuado esfuerzo a la fluencia.

2.3.2. Bastidor: para el bastidor o mesa, que dará soporte al equipo, se utilizó un perfil de acero 1020 de 3/16 de pulgada x 1 ¼ pulgada. Este material presenta propiedades mecánicas adecuadas para soportar el peso de los componentes del sistema.

2.3.3. Placa Guía: Siendo l placa guía, la que permite el apoyo en los extremos de los ejes conductores y la tensión de los conducidos se selecciono una platina de acero AISI-SAE 1020 de 3/8 de pulgada x 3 pulgada.

2.3.4. Tornillos Sujetadores: se usaron tornillos grado 5, los que presentan una excelente resistencia a la tracción y a la cortadura, dependiendo de su ubicación algunos de ellos estaban galvanizados (sujetando elementos que están en contacto permanente con agua).

2.3.5. Cilindros y Vástago Protaprobeta: para estos dos elementos constitutivos se seleccionaron barras de acero 1020 de 3 pulgadas y 2 ½ pulgadas respectivamente, este material es lo suficientemente robusto para ejercer la presión necesaria en la probeta al ser esta descargada sobre la banda abrasiva.

2.4. Diseño de la Máquina.

2.4.1. Cálculo de fuerzas en la banda y selección del motor: en la Figura 2 se muestra el esquema de la fuerza aplicada en la probeta y las fuerzas resultantes en la banda debido a esta. El cálculo de estas fuerzas es necesario para determinar el valor del torque necesario para mover cada banda con lo cual se podrá proceder a la selección del motor.

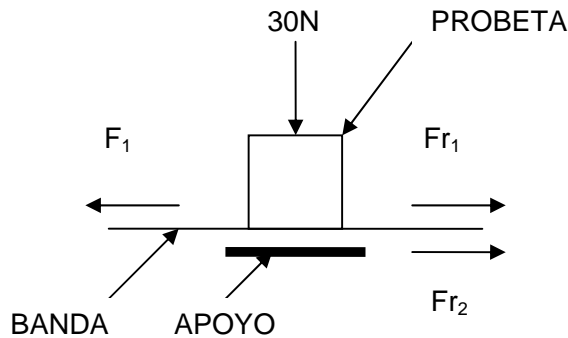


Figura 2. Diagrama de Cuerpo Libre.

En donde:

- F_1 : Fuerza Periférica sobre el eje.
- Fr_1 : Fuerza de Fricción entre la probeta y la banda
- Fr_2 : Fuerza de Fricción entre la banda y el apoyo.

Las fuerzas de fricción se calcularon mediante las siguientes ecuaciones [3,4,5]

$$Fr_1 = \text{fuerza aplicada a la probeta } (F_a) \times K_1 \quad (1)$$

$$Fr_2 = \text{fuerza aplicada a la probeta } (F_a) \times K_2 \quad (2)$$

En donde K_1 (0,6) y K_2 (0,1) son los coeficientes de fricción entre la probeta y la banda y entre la banda y el apoyo respectivamente.

Teniendo en cuenta que.

$$F_1 = Fr_1 + Fr_2 \quad (3)$$

$$F_1 = 21N. \quad (4)$$

La determinación del torque del motor se realizó mediante la siguiente ecuación [6]:

$$T_{\text{motor}} = (63000 \times \text{Hp}_{\text{motor}}) / \text{RPM} \quad (5)$$

$$T_{\text{motor}} = 1 \text{ N-m}. \quad (6)$$

2.4.2. Diseño de Transmisión por Correas: la potencia de diseño, es un valor importante para determinar la transmisión por correa y se determina por medio de la siguiente expresión [6]:

$$P_d = P_{\text{motor}} \times K_s \quad (7)$$

Donde K_s es el coeficiente de servicio, para determinar su valor se deben tener en cuenta lo siguiente:

- El equipo, diseñado, tendrá un servicio intermitente entre 3 y 5 horas diarias.
- El equipo estará conformado por bandas de papel de carburo de silicio.

Bajo estos criterios el valor del K_s , para el equipo diseñado, será de 1,2, por lo tanto:

$$P_d = 0.3 \text{ Hp} \quad (8)$$

Se determinó, además, utilizar una correa tipo A38 con una longitud de 37,6 pulgadas (figura 3)

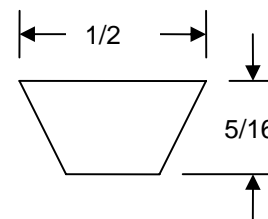


Figura 3. Correa tipo A (dimensiones en pulgadas)

2.4.3. Cálculo de los Diámetros de las Poleas: para la primera polea se seleccionó un mínimo diámetro exterior, según NEMA, considerando que se tendrá un motor de 1/4 de caballo y que trabajará a 1800 RPM., se determinó que el diámetro de la primera polea debe ser de 3 pulgadas. [6]

Para determinar el diámetro de la segunda polea se utilizó la siguiente expresión.

$$D_2 = i \times D_1 \times (1 - K) \quad (9)$$

En donde: i corresponde a la relación de transmisión de potencia y K es el coeficiente de deslizamiento de la correa, 0.015. Por lo que:

$$D_2 = 6,12 \text{ pulgadas.}$$

2.4.4. Cálculo de la Velocidad Periférica: para determinar la velocidad periférica del equipo se utilizó la siguiente expresión [6].

$$V_p = \pi \times D_1 \times n \quad (10)$$

$$V_p = 1413,7 \text{ pies/min} \quad (11)$$

2.4.5. Cálculo de la Distancia entre Centros: la distancia entre los centros se determina mediante la siguiente expresión.

$$C = \text{MAX} [(D_1 + D_2/2) + D_1, D_2] \quad (12)$$

$$C = 7,5 \text{ pulgadas.} \quad (13)$$

2.4.6. Longitud de la Correa: para calcular la longitud de la correa de papel de carburo de silicio se utilizó la siguiente expresión. [5]

$$L_c = 2C + \pi/2(D_1 + D_2) + (D_1 - D_2)^2/4c \quad (14)$$

$$L_c = 29,14 \text{ pulgadas.} \quad (15)$$

2.4.7. Cálculo del Diámetro Mínimo de los Ejes: una vez realizados los cálculos de reacciones en los ejes, en donde se involucran los diagramas de cuerpo libre para cada uno de los ejes, además de los diagramas de esfuerzo cortante y momento flector, se pudo establecer el diámetro mínimo de cada eje mediante la siguiente relación. [8]

$$d = \{32N/\pi[(K_F M_F / K S' n)^2 + 3/4(T/S_Y)^2]^{1/2}\}^{1/3} \quad (16)$$

Donde:

- d = Diámetro mínimo del eje.
- $N = 3$, Factor de Seguridad.
- K_F = Coeficiente de Reducción de Resistencia a la Fatiga.
- $M_F = 2,74 \text{ N-m}$, Momento Flector Máximo.
- $S' n = 0,5 S_n$, Esfuerzo Último.
- K = Coeficiente de Corrección.
- T = Torque.
- S_Y = Esfuerzo de fluencia

$$d = 18,8 \text{ mm} \quad (17)$$

2.4.8. Selección de Rodamiento: al considerar la revolución máxima del eje como 1800 RPM, una carga estática máxima de 44.6N y un diámetro de 20mm., se selecciono el rodamiento rígido de bolas FAG 61804T que presenta un número máximo de revoluciones de 2200 RPM y resiste una carga estática de 2,24KN.

2.5. Validación del Equipo y Discusión.

Para realizar la validación del equipo se compararon las características superficiales de las probetas sometidas a desbaste, tanto manual como en el equipo. En las figuras 4, 5, 6 y 7 se muestran las fotografías de las superficies de las probetas sometidas a desbaste manual y a desbaste en el equipo diseñado y construido de acero 1045 y de cobre.

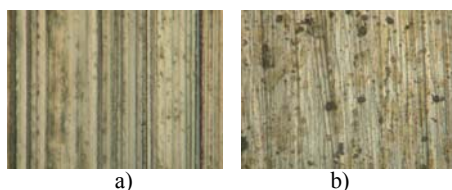


Figura 4. Muestras de acero 1045 sometidas a desbaste en lija 80 a) equipo diseñado y construido b) manual



Figura 5. Muestras de acero 1045 sometidas a desbaste en lija 600 a) equipo diseñado y construido b) manual



Figura 6. Muestras de cobre sometidas a desbaste en lija 400 a) Equipo diseñado y construido b) manual.



Figura 7. Muestras de cobre sometidas a desbaste en lija 600 a) Equipo diseñado y construido b) manual.

Como se observa en las figuras anteriores, las superficies de las probetas desbastadas en el equipo diseñado y construido muestran líneas de desbaste uniforme que no presentan ningún tipo de desviación, lo que no se observa en las superficies preparadas manualmente. Esto se debe a que el equipo cuenta con sistema de sujeción totalmente rígido el cual no permite movimiento de la probeta durante el desbaste. Además este sistema evita la formación de planos en la superficie que se esta preparando ya que la presión que se ejerce sobre ella se aplica de forma uniforme y continua.

Según lo observado, el equipo diseñado y construido, presenta un buen desempeño tanto cuando se realizó el desbaste en materiales duros como en materiales blandos, por lo tanto se puede considerar que esta validado el buen funcionamiento de la desbastadora bajo los lineamientos de la norma ASTM E3.

3. CONCLUSIONES.

- Se diseñó y construyó un equipo de desbaste para la preparación de probetas metalográficas, bajo los lineamientos de la norma técnica ASTM E 3.
- Un adecuado de corte y una adecuada sujeción de la probeta a ensayo, garantizará el buen funcionamiento del equipo diseñado y construido.

- Se validó el equipo, diseñado y construido, obteniendo en menos tiempo de ensayo superficies más uniformes que las obtenidas en mayor tiempo mediante el desbaste manual.

4. AGRADECIMIENTOS.

El grupo de Investigación en Materiales Avanzados de la Facultad de Ingeniería Mecánica agradece al Centro de Investigación y Extensión de la Universidad Tecnológica de Pereira por aportar los recursos necesarios para lograr llevar a feliz término la construcción del equipo diseñado.

5. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] G. Kehl., “Fundamentos de la Práctica Metalográfica”, Segunda Edición., Ed. Aguilar., 1963.
- [2] Preparación de las Probetas para la Observación Microscópica [Online]. Available: <http://www.mty.itesm.mx/dia/deptos/im/m00-861.pdf>
- [3] R. Serway., Física., Cuarta Edición., Ed. McGraw-Hill., 1970.
- [4] T. Baumeister., Manual del Ingeniero Mecánico., Octava Edición., Ed. McGraw-Hill., 1982.
- [5] V. Fares., Diseño de Elementos de Máquinas., cuarta Edición., Ed. Montaner y Simon., 1970.
- [6] L. Ocampo., Diseño de Accionamientos y Transmisiones de Máquinas., Ed. Universidad Tecnológica de Pereira., 1993.
- [7] ANSI/ASME Norma B106-1M., Diseño de Árboles de Transmisiones., 1985.
- [8] R. Norton., Diseño de Máquinas., Ed. Prentice-Hill., 1999.